

【技術分類】 1－2－6－1 質量分析関連機器／イオン源／電場／アーク放電

【技術名称】 1－2－6－1－1 アーク放電

【技術内容】

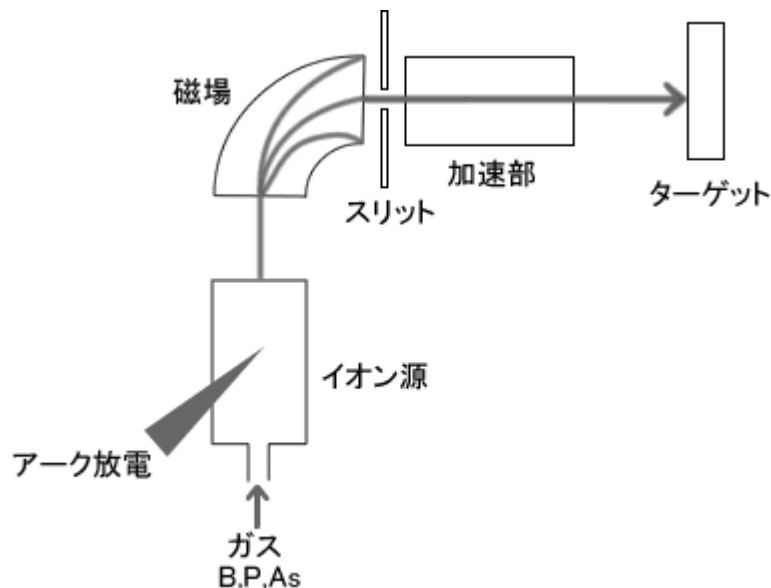
アーク放電と質量分析の原理を用いた装置として、半導体分野を中心に材料加工に用いられるイオン注入器が挙げられる。例えばシリコンウェハ上に導電性の不純物を添加する工程に用いられる。

イオン注入器のイオン源ではアーク放電により電極から熱電子を発生させ、これをイオン源に導入したホウ素、リン、ヒ素などのガスの原子に衝突させる。この衝突により原子は正イオンとなり、これを磁場型質量分離と可変スリットを用いて目的イオンを分離、選択する。可変スリットを通過したイオンは電場で加速された後、ターゲット表面に注入される。

【応用分野】

金属原子のイオン化。材料加工のためのイオン注入器に、アーク放電のイオン源と質量分離部が用いられる。

【図】 アーク放電によるイオン注入器の概要



出典：本標準技術集のために作成

【出典／参考資料】

- ・ "Pure metal and metal-doped rare-gas clusters grown in a pulsed arc cluster ion source", Chemical physics letters, Vol.165, No4, January 1990, G. Gantför et al. Fig.1.Principle of the pulsed arc cluster ion source (PACIS)

【技術分類】 1－2－6－2 質量分析関連機器／イオン源／電場／グロー放電（GD）

【技術名称】 1－2－6－2－1 グロー放電（GD）

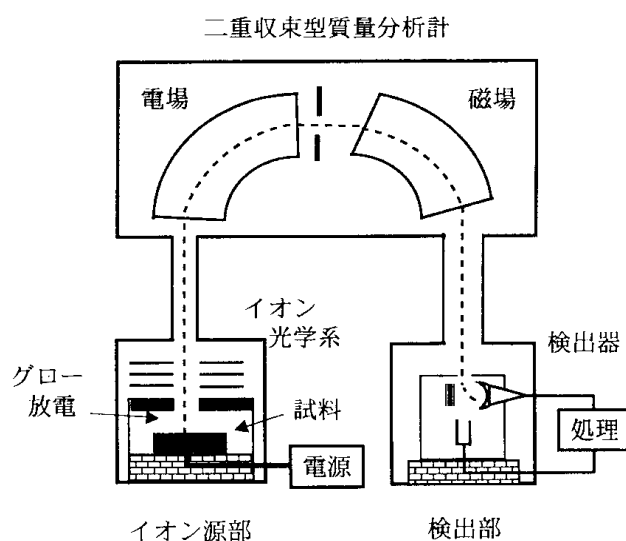
【技術内容】

グロー放電（Glow Discharge; GD）では、放電セル内に導電性の固体試料を陰極としアルゴン雰囲気下で電圧を印加することにより、アルゴンプラズマが生成する。プラズマ中のイオンが試料表面に衝突し、試料表面の原子を脱離させ、これがプラズマによりイオン化される。

【応用分野】

測定の前処理としての溶解、分離といった化学的な試料処理が不要なため、容易かつ迅速に計測を行うことが可能である。

【図】 GDMS の概略図



出典：「入門講座 無機物質のイオン化法」、ぶんせき、2003 年 3 月号、千葉光一著、社団法人日本分析化学会発行、124 頁 図 4 GDMS の概略図

【出典／参考資料】

- ・ 「入門講座 無機物質のイオン化法」、ぶんせき、2003 年 3 月号、千葉光一著、社団法人日本分析化学会発行、122-129 頁
- ・ 「最先端分析技術とその応用」、1995 年 5 月 15 日、田口勇編、株式会社アグネ技術センター発行、10 頁

【技術分類】 1－2－6－3 質量分析関連機器／イオン源／電場／誘導結合プラズマ（ICP）

【技術名称】 1－2－6－3－1 誘導結合プラズマ（ICP）

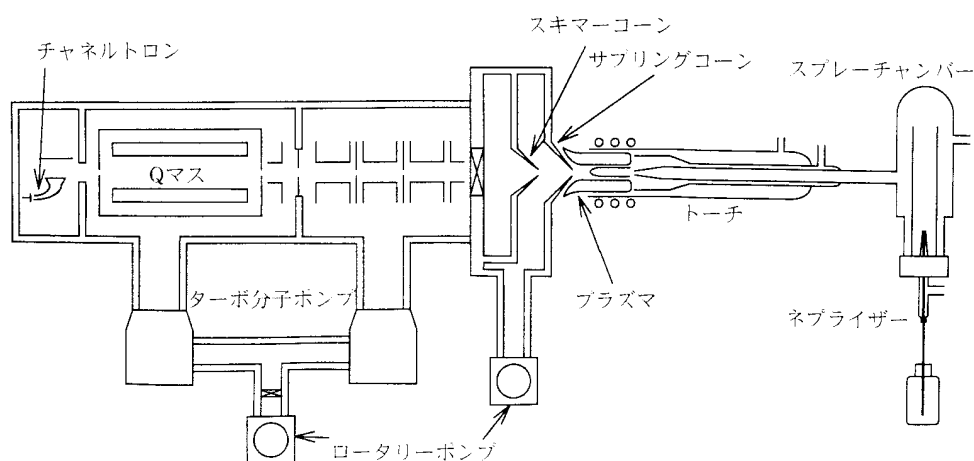
【技術内容】

誘導結合プラズマ（Inductively Coupled plasma; ICP）では、誘導コイルの内側にアルゴンガスを流し高周波プラズマを発生させる。このプラズマ中にネブライザーから試料を噴霧し、プラズマ内で試料をイオン化させる。

【応用分野】

ICP を利用した測定は、多元素同時分析（最大 70 元素）に適している。そのため測定対象としては半導体や有機ポリマーのみならず、生体試料や環境試料に対しても適用可能となっており、各種試料中の無機元素分析に広く利用される。

【図】 ICP 質量分析装置



出典：「入門講座 無機物質のイオン化法」、ぶんせき、2003 年 3 月号、千葉光一著、社団法人日本分析化学会発行、126 頁 図 9 ICP 質量分析装置

【出典／参考資料】

- ・ 「入門講座 無機物質のイオン化法」、ぶんせき、2003 年 3 月号、千葉光一著、社団法人日本分析化学会発行、122-129 頁

【技術分類】 1-2-6-4 質量分析関連機器／イオン源／電場／マイクロ波誘導プラズマ (MIP)

【技術名称】 1-2-6-4-1 マイクロ波誘導プラズマ (MIP)

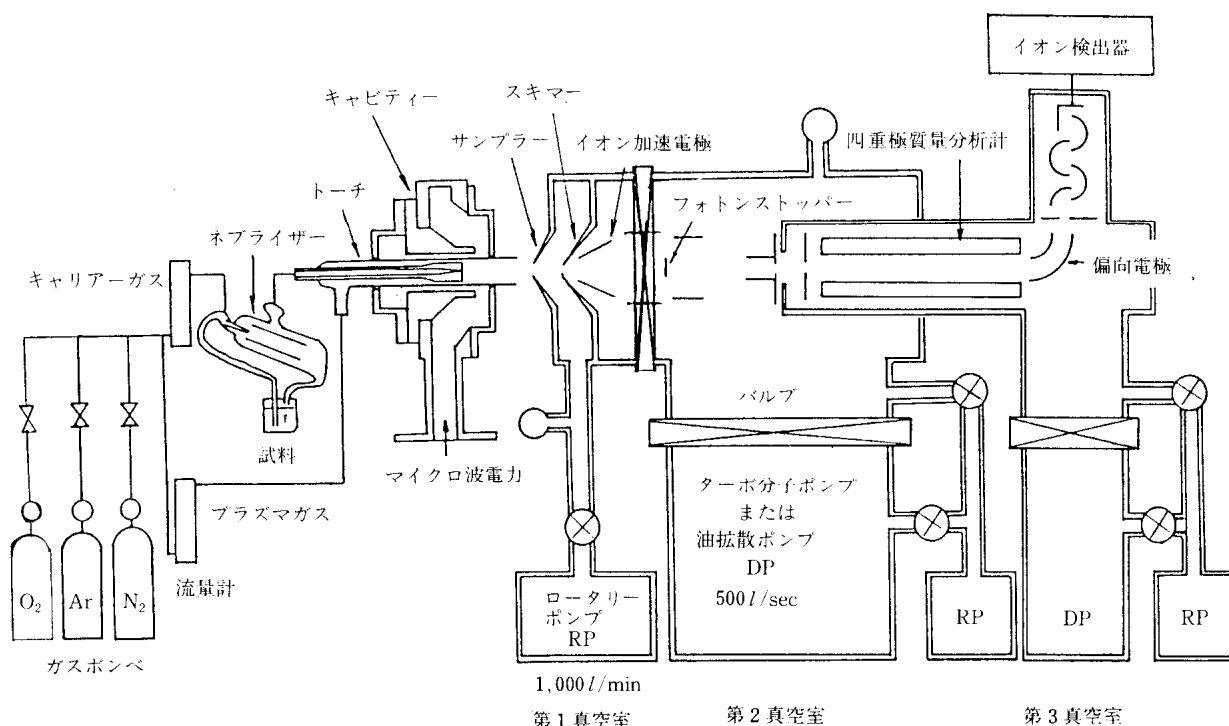
【技術内容】

マイクロ波誘導プラズマ (Microwave Induced Plasma; MIP) は、プラズマによるイオン化手法という点で誘導結合プラズマ (ICP) (1-2-6-3-1の項参照) と同様の手法である。異なる点はプラズマの点灯方法であり、ICP では誘導コイルに高周波電流を流すことによりプラズマを点灯させるのに対し、MIP ではキャビティー内にマイクロ波プラズマを点灯させる。また大気圧下でプラズマを発生させることも可能である。

【応用分野】

ICP と同様に他元素同時分析に適しており、その測定対象としては半導体や有機ポリマーのみならず、生体試料や環境試料に対しても適用可能となっており、各種試料中の無機元素分析に広く利用される。

【図】 代表的なマイクロ波誘導プラズマ質量分析装置の概略図



出典：「プラズマイオン源質量分析」、日本分光学会測定法シリーズ 28、河口広司、中原武利編、1994年3月30日、学会出版センター発行、202頁 図 7.10 代表的な MIP-MS の概略図

【出典／参考資料】

- ・ 「プラズマイオン源質量分析」、日本分光学会測定法シリーズ 28、河口広司、中原武利編、1994年3月30日、学会出版センター発行、202頁

【技術分類】 1－2－6－5 質量分析関連機器／イオン源／電場／熱表面イオン化（TSI）

【技術名称】 1－2－6－5－1 熱表面イオン化（TSI）

【技術内容】

熱表面イオン化（Thermal Surface Ionization; TSI）質量分析計は、表面電離質量分析計（TI-MS）ともいう。

気体試料がキャピラリーから分析計内へ導入され、加熱された金属表面において熱分解した分子、金属原子、試料がイオン化したもの等がイオン群として発生し、質量分析計へ導入される。

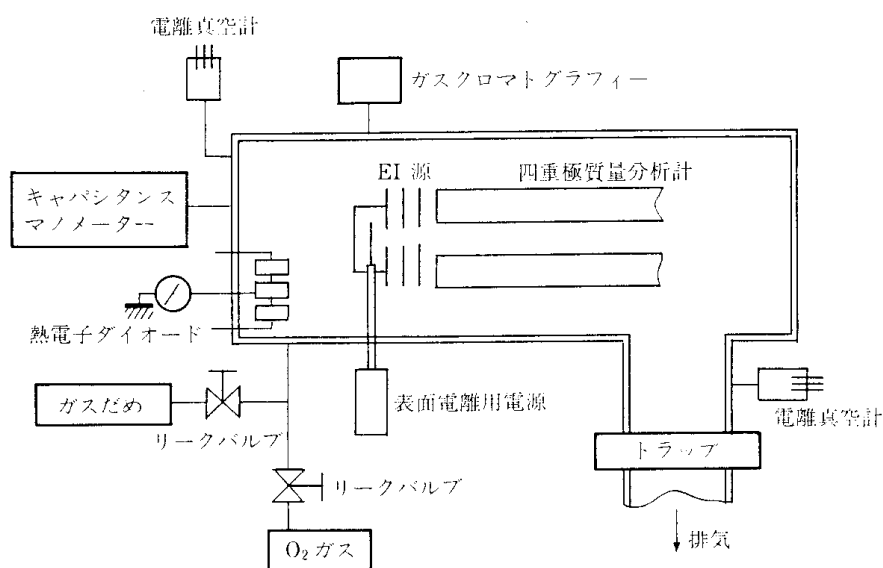
また、フィラメントに液体試料を直接塗布し、真空中で電流を流すことによりフィラメントを加熱させ、分析対象の蒸発・イオン化をおこなうことも可能である。

【応用分野】

TSI においては、試料は気体として導入されるため、図にあるようにガスクロマトグラフ（GC）と連結して測定を行うことが可能である。また、気体試料としてエアロゾルの分析が可能のため、大気浮遊粒子の測定にも利用される。

フィラメントに直接塗布をする装置では安定したイオンビームが得られ、同位体分析精度が高く、地球化学試料の分析（年代測定、同位体組成の測定等）（3－3－2－1－1 の項参照）に利用される。

【図】 熱表面イオン化質量分析計の構成



出典：「分離精製技術ハンドブック」、1990 年 3 月、日本化学会編、丸善株式会社発行、442 頁 図 10.8 表面電離有機質量分析の構成

【出典／参考資料】

- ・ 「分離精製技術ハンドブック」、1990 年 3 月、日本化学会編、丸善株式会社発行、442 頁
- ・ 「最先端分析技術とその応用」、1995 年 5 月 15 日、田口勇編、株式会社アグネ技術センター発行、31 頁

【技術分類】 1－2－6－6 質量分析関連機器／イオン源／電場／電界脱離イオン化（FD）

【技術名称】 1－2－6－6－1 電界脱離イオン化（FD）

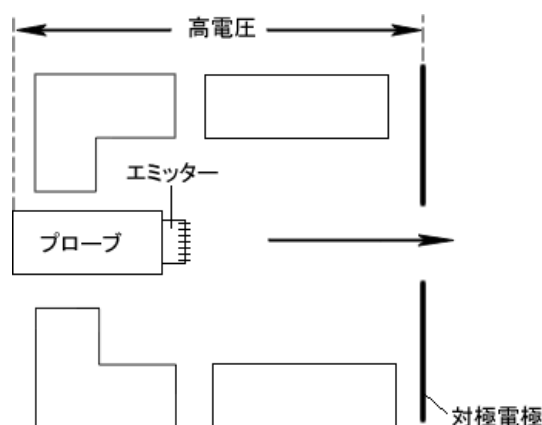
【技術内容】

電界脱離イオン化（Field Desorption; FD）は電界イオン化（FI）（1－2－6－7－1の項参照）と同じ原理にもとづくイオン化法である。FD と FI はエミッターに供給する試料の導入法で区別される。FD においては、試料溶液をプローブのエミッターに直接塗布し、乾燥後イオン源に導入する。真空のイオン源内でエミッターに高電圧を印加することにより、エミッター上で脱離・イオン化が起こる。生成したイオンは、イオン集束用の電極により対極方向へ移動し、質量分離部へ導入される。

【応用分野】

FD では、真空中での強い正電場によるソフトなイオン化が可能であり、難揮発性あるいは熱に対し不安定な物質の分子量関連イオンを生成することができる。

【図】 電界脱離イオン源の概略図



出典：本標準技術集のために作成

【出典／参考資料】

- ・ 「Mass Spectrometry - A Textbook」、Gross, Jürgen H.著、Springer 発行、2004年3月5日、357頁

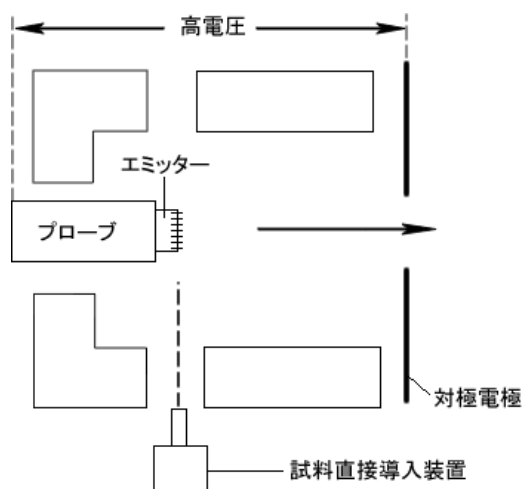
【技術分類】 1－2－6－7 質量分析関連機器／イオン源／電場／電界イオン化（FI）

【技術名称】 1－2－6－7－1 電界イオン化（FI）

【技術内容】

電界イオン化（Field Ionization; FI）と電界脱離イオン化（FD）（1－2－6－6－1の項参照）とは装置上ほとんど差異がなく、試料をエミッターに供給する方法で区別されている。FIでは試料を気体としてイオン源に導入する。イオン源外部から真空にしたイオン源内へ気体試料を導入し、エミッターに高電圧を印加することにより、気体試料が脱離・イオン化される。イオン集束用の電極によりイオンが対極方向へ移動し、質量分離部へ導入される。

【図】 電界脱離イオン源の概略図



出典：本標準技術集のために作成

【出典／参考資料】

- ・ 「Mass Spectrometry - A Textbook」、Gross, Jürgen H.著、Springer 発行、2004年3月5日、357頁